

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-155079  
(P2000-155079A)

(43) 公開日 平成12年6月6日 (2000.6.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 1 N 1/28		G 0 1 N 1/28	X 2 G 0 0 1
21/31		23/223	2 G 0 5 9
23/223		27/62	V 4 M 1 0 6
27/62		H 0 1 L 21/66	H
H 0 1 L 21/66		G 0 1 N 21/31	6 1 0 Z
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 8 頁)			

(21) 出願番号 特願平10-328431

(22) 出願日 平成10年11月18日 (1998.11.18)

(71) 出願人 000221122

東芝セラミックス株式会社

東京都新宿区西新宿七丁目5番25号

(72) 発明者 徳岳 文夫

神奈川県秦野市曾屋30番地 東芝セラミックス株式会社開発研究所内

(74) 代理人 100078765

弁理士 波多野 久 (外1名)

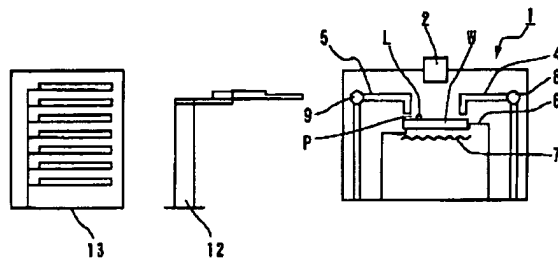
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体ウェーハの不純物分析方法およびこの方法に用いられる試料作製装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体ウェーハ上に滴下された分解液の回収を自動的に行える半導体ウェーハの不純物分析方法およびこの方法に用いられる試料作製装置を提供する。

【解決手段】 半導体ウェーハW上に分解液を滴下し、一定時間経過後の半導体ウェーハW上の分解液Lの位置をセンサ手段2で取り込み、制御手段で演算して分解液Lの位置を判定し、制御手段により回収手段を分解液の回収可能位置に位置させ、回収手段4により半導体ウェーハW上の分解液Lを回収し、さらに、この回収された分解液Lを用いて高感度分析法により分析する半導体ウェーハの不純物分析方法。



- 1 試料作製装置
- 2 センサ (CCDカメラ)
- 3 制御手段
- 4 吸引手段 (吸引ノズル)
- 5 滴下ノズル
- 6 ウェーハ載置台
- 7 ヒータ
- 8 駆動機構
- 9 駆動機構
- 12 移送機構
- 13 ウェーハラック
- W 半導体ウェーハ

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体ウェーハ上に分解液を滴下し、一定時間経過後の半導体ウェーハ上の分解液位置をセンサ手段で取り込み、制御手段で演算して分解液位置を判定し、制御手段により回収手段を分解液の回収可能位置に位置させ、回収手段により半導体ウェーハ上の分解液を回収し、この回収された分解液を用いて高感度分析法により分析する半導体ウェーハの不純物分析方法。

【請求項 2】 上記センサ手段は CCD カメラであることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体ウェーハの不純物分析方法。

【請求項 3】 上記高感度分析法は全反射蛍光 X 線分析法であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体ウェーハの不純物分析方法。

【請求項 4】 上記高感度分析法は誘導結合プラズマ質量分析法であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体ウェーハの不純物分析方法。

【請求項 5】 上記高感度分析法は原子吸光分光法であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体ウェーハの不純物分析方法。

【請求項 6】 上記回収手段により、半導体ウェーハから回収された分解液を、上記半導体ウェーハ上の所定の位置に滴下し、この半導体ウェーハを加熱して分解液を乾固する工程を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の半導体ウェーハの不純物分析方法。

【請求項 7】 上記回収手段により、複数枚の半導体ウェーハから別個に回収された分解液を、別個の半導体ウェーハ上のそれぞれ異なる所定の位置に滴下し、この半導体ウェーハを加熱して分解液を乾固する工程を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の半導体ウェーハの不純物分析方法。

【請求項 8】 上記複数枚の半導体ウェーハに滴下され回収された分解液を目皿のそれぞれ別個の異なる所定の位置に滴下し、この目皿に回収された分解液を用いて分析を行う工程を含むことを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の半導体ウェーハの不純物分析方法。

【請求項 9】 半導体ウェーハ上に滴下された分解液の一定経過後の半導体ウェーハ上の分解液位置を取り込むセンサ手段と、このセンサ手段からの分解液位置情報を受け、この分解液位置を演算して判定する制御手段と、この制御手段により制御され、判定された分解液位置情報に基づき分解液位置にアクセス可能に設けられて、所定時間経過後に分解液を回収する回収手段とを有することを特徴とする半導体ウェーハの不純物分析用の試料作製装置。

【請求項 10】 上記回収手段は回収した分解液を別個に配置された半導体ウェーハに滴下するように制御されることを特徴とする請求項 9 に記載の半導体ウェーハの不純物分析用の試料作製装置。

【請求項 11】 上記回収手段は回収した分解液を半導

体ウェーハから離間して配置された目皿に滴下するように制御されることを特徴とする請求項 9 に記載の半導体ウェーハの不純物分析用の試料作製装置。

【請求項 12】 上記センサ手段は CCD カメラであることを特徴とする請求項 9 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の不純物分析用の試料作製装置。

【請求項 13】 上記回収手段はテフロン（登録商標）製ノズルであることを特徴とする請求項 9 ないし 12 のいずれか 1 項に記載の不純物分析用の試料作製装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体ウェーハの不純物測定方法およびこの方法に用いられる試料作製装置に係わり、特に分解液の回収を自動的に行える半導体ウェーハの不純物測定方法およびこの方法に用いられる試料作製装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体製造分野において、高集積化、デバイスの微細化に伴い、半導体材料の金属汚染は半導体デバイスの性能を著しく劣化させるため、金属汚染の低減が重要な問題になっている。金属汚染の低減には高感度な不純物測定方法により、半導体ウェーハの表面の金属汚染の状態を的確に把握して、適切な低減策を講じる必要がある。

【0003】 従来の不純物測定方法として、特開平 2-272359 号公報には、表面に酸化膜を形成した半導体ウェーハ上に HF 系溶液を滴下し、一定時間放置した後、滴下液を捕集して液中の不純物を分析するウェーハ表面の不純物量の測定方法が記載されている。また、特開平 3-4166 号公報には、HF 系ガスに晒し疎水化した半導体ウェーハ上に HF 系溶液を滴下し、さらに、この滴下した溶液をウェーハ上で転がし、この転がした溶液を捕集して溶液を測定するウェーハ表面の不純物量の測定方法が記載されている。

【0004】 これら記載のウェーハ表面の不純物量の測定方法は、簡便かつ高精度に半導体ウェーハの表面の不純物量を測定できるので、現在も有効に活用されている。

【0005】 しかし、これら開示のウェーハ表面の不純物量の測定方法はその実施工程において、作業者の手作業のよるところが多いため、半導体ウェーハの大口径化に伴い、重量と面積が増して、作業者の負担が増大している。

【0006】 また、従来使用されている特開平 3-4166 号公報の方法を具体化した測定装置は、不純物を捕集するために、HF 蒸気によるウェーハ表面の疎水処理を行う必要がある。そのため、Cu 等の重金属が表面に付着してしまい、正確な不純物量が得られないことや、滴液のスキャニング時における機械特有の金属摩耗による汚染があり、微量不純物の定量ができないという問題

がある。さらに静電気発生により滴下の制御が不可能になるという問題があり、自動化が困難な状態にある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】そこで、半導体ウェーハ上に滴下された分解液の回収を自動的に行える半導体ウェーハの不純物測定方法およびこの方法に用いられる試料作製装置が要望されている。

【0008】本発明は上述した事情を考慮してなされたもので、半導体ウェーハ上に滴下された分解液の回収を自動的に行える半導体ウェーハの不純物分析方法およびこの方法に用いられる試料作製装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためになされた本願請求項1の発明は、半導体ウェーハ上に分解液を滴下し、一定時間経過後の半導体ウェーハ上の分解液位置をセンサ手段で取り込み、制御手段で演算して分解液位置を判定し、制御手段により回収手段を分解液の回収可能位置に位置させ、回収手段により半導体ウェーハ上の分解液を回収し、この回収された分解液を用いて高感度分析法により分析する半導体ウェーハの不純物分析方法であることを要旨としている。

【0010】本願請求項2の発明では上記センサ手段はCCDカメラであることを特徴とする請求項1に記載の半導体ウェーハの不純物分析方法であることを要旨としている。

【0011】本願請求項3の発明では、上記高感度分析法は全反射蛍光X線分析法であることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体ウェーハの不純物分析方法であることを要旨としている。

【0012】本願請求項4の発明では、上記高感度分析法は誘導結合プラズマ質量分析法であることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体ウェーハの不純物分析方法であることを要旨としている。

【0013】本願請求項5の発明では、上記高感度分析法は原子吸光分光法であることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体ウェーハの不純物分析方法であることを要旨としている。

【0014】本願請求項6の発明では、上記回収手段により、半導体ウェーハから回収された分解液を、上記半導体ウェーハ上の所定の位置に滴下し、この半導体ウェーハを加熱して分解液を乾固する工程を含むことを特徴とする請求項3に記載の半導体ウェーハの不純物分析方法であることを要旨としている。

【0015】本願請求項7の発明では、上記回収手段により、複数枚の半導体ウェーハから別個に回収された分解液を、別個の半導体ウェーハ上のそれぞれ異なる所定の位置に滴下し、この半導体ウェーハを加熱して分解液を乾固する工程を含むことを特徴とする請求項3に記載の半導体ウェーハの不純物分析方法であることを要旨と

している。

【0016】本願請求項8の発明では、上記複数枚の半導体ウェーハに滴化され回収された分解液を目皿のそれぞれ別個の異なる所定の位置に滴下し、この目皿に回収された分解液を用いて分析を行う工程を含むことを特徴とする請求項4または5に記載の半導体ウェーハの不純物分析方法であることを要旨としている。

【0017】本願請求項9の発明は、半導体ウェーハ上に滴下された分解液の一定経過後の半導体ウェーハ上の分解液位置を取り込むセンサ手段と、このセンサ手段からの分解液位置情報を受け、この分解液位置を演算して判定する制御手段と、この制御手段により制御され、判定された分解液位置情報に基づき分解液位置にアクセス可能に設けられて、所定時間経過後に分解液を回収する回収手段とを有することを特徴とする半導体ウェーハの不純物分析用の試料作製装置であることを要旨としている。

【0018】本願請求項10の発明では、上記回収手段は回収した分解液を別個に配置された半導体ウェーハに滴下するように制御されることを特徴とする請求項9に記載の半導体ウェーハの不純物分析用の試料作製装置であることを要旨としている。

【0019】本願請求項11の発明では、上記回収手段は回収した分解液を半導体ウェーハから離間して配置された目皿に滴下するように制御されることを特徴とする請求項9に記載の半導体ウェーハの不純物分析用試料の作製装置であることを要旨としている。

【0020】本願請求項12の発明では、上記センサ手段はCCDカメラであることを特徴とする請求項9ないし11のいずれか1項に記載の不純物分析用の試料作製装置であることを要旨としている。

【0021】本願請求項13の発明では、上記回収手段はテフロン製ノズルであることを特徴とする請求項9ないし12のいずれか1項に記載の不純物分析用の試料作製装置であることを要旨としている。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明に係わる半導体ウェーハの不純物分析方法およびこの方法に用いられる半導体ウェーハの不純物分析用の試料作製装置の第1の実施形態について図面を参照して説明する。

【0023】図1は本発明に係わる半導体ウェーハの不純物分析方法に用いられる試料作製装置1の概念図である。

【0024】試料作製装置1は図1および図2に示すように、半導体ウェーハW上に滴下された分解液の一定時間経過後の半導体ウェーハW上の分解液位置pを取り込むセンサ手段、例えばCCDカメラ2と、このCCDカメラ2からの位置情報を受け、滴下位置Pを演算して判定する制御手段3と、この判定した一定時間経過後の分解液位置情報に基づき制御されて分解液位置Pにアクセ

ス可能に設けられ、所定時間経過後に分解液Lを回収する回収手段、例えばポリテトラフルオロエチレン（テフロン）製の吸引ノズル4とを有している。

【0025】さらに、試料作製装置1にはテフロン製で分解液を滴下する滴下ノズル5と、ウェーハ載置台6に載置された半導体ウェーハWに対向する下方にヒータ7が設けられている。

【0026】上記CCDカメラ2は半導体ウェーハWに対向して上方に配置されており、また吸引ノズル4および滴下ノズル5には、制御手段3からの位置情報に基づき制御させて、吸引ノズル4および滴下ノズル5を3次元に動かして半導体ウェーハWのいずれの位置にもアクセス可能にする駆動機構8、9が設けられている。

【0027】また、制御手段3はCCDカメラ2からの位置情報を受け処理する画像処理装置10と制御装置11から構成されている。なお、画像処理装置10と制御装置11は本実施形態のように別個に形成してもよく、また一体に形成されたものでもよい。

【0028】さらに、上記試料作製装置1に隣接して制御手段3に制御される移載機構12が配置され、さらに、この移載機構12に隣接して複数枚の半導体ウェーハWの収納が可能なウェーハラック13が配置されている。

【0029】次に本発明に係わる試料作製装置1を用いた半導体ウェーハWの不純物分析方法を説明する。

【0030】制御手段3を制御して移載機構12を作動させ、ウェーハラック13から1枚の半導体ウェーハWを取り出し、ウェーハ載置台6に載置する。

【0031】しかる後、制御手段3を制御して移載機構12を作動させて、分解液例えばHF系溶液を半導体ウェーハWの一侧に滴下する。滴下されたHF系溶液L1は図5に示すように、半導体ウェーハWの自然酸化膜と反応しながら、1分後（図5（a））には半導体ウェーハWの一侧に広がった分解液L1となり、直径300mmの半導体ウェーハWの全域に広がった後、2分後（図5（b））には半導体ウェーハWの他側に集約されたHF系溶液L2となり、所定時間例えば3分後（図5（c））には他側で半球形状に集まったHF系溶液Lとなる。

【0032】HF系溶液の滴下後から3分経過後、制御手段3によりCCDカメラ2を制御して、半球形状のHF系溶液Lの溶液位置pを取り込む。溶液位置pの取り込みにはCCDカメラ2によって、図6に示すように、半導体ウェーハWの表面上の形状（または輝度、色彩）が半導体ウェーハWの表面の形状（または輝度、色彩）と異なる部分pを求め、この部分pの座標を予め定められた半導体ウェーハWのX、Y（1、1）から（n、m）の位置として求める。このようにCCDカメラ5より取り込まれた溶液位置pの画像信号は、二値化回路を含む画像処理装置10で二値化され、さらに画像処理さ

れて出力される。

【0033】この画像処理装置10からの出力は制御装置11に送られ、この制御装置11において、溶液位置pが演算され、判定される。この判定された溶液位置pの位置情報に基づき、制御装置11により駆動機構8を制御して、吸引ノズル4を溶液位置pに移動させ、吸引ノズル4により半球形状のHF系溶液Lを回収する。

【0034】なお、所定時間経過後の分解液が1点に集まらず、複数個に分散しているときは、大きい半球形状の分解液から順に回収するようにプログラムを設定しておき、また、回収しなくてもよい下限値についても設定しておく。

【0035】しかる後、制御手段3によりCCDカメラ2を制御して、半導体ウェーハWの所定の位置、例えばウェーハ中央部の位置を取り込み、CCDカメラ5より撮像されたウェーハ中央部の画像信号は、二値化回路を含む画像処理装置10で二値化され、さらに画像処理されて出力される。

【0036】この画像処理装置10からの出力は制御装置11に送られ、この制御装置11において、ウェーハ中央部が演算され、判定される。ウェーハ中央部位置の判定に基づき、制御装置11より駆動機構8を制御して、吸引ノズル4をウェーハの所定の位置、例えば中央部に移動させ、吸引ノズル4によりHF系溶液Lを半導体ウェーハW上に滴下する。

【0037】しかる後、制御手段3によりヒータ7に通電させて半導体ウェーハWを加熱し、HF系溶液Lを直径約5mmに乾固させる。HF系溶液Lの乾固後、制御手段3により移載機構12を作動させてHF系溶液Lが乾固された半導体ウェーハWをウェーハラック13に戻す。このような乾固処理工程を繰り返し、ウェーハラック13の半導体ウェーハWの乾固処理は自動的に行われ完了する。このようにして、半導体ウェーハW上の不純物を1ヶ所に濃縮して分析する試料が作製される。

【0038】しかる後、HF系溶液Lが乾固された試料の半導体ウェーハWを高感度分析法、例えば図7に示すような一般に用いられている全反射蛍光X線分析法により分析する。

【0039】この全反射蛍光X線分析法によれば、回転対陰極によって発生したX線は、モノクロメータで単色化され、試料ウェーハにすれすれの角度で入射する。入射したX線は、そのほとんどがウェーハ表面で反射する。この時、試料ウェーハを構成する元素（例えばSi）の蛍光X線の発生は抑制され、ウェーハ表面にある不純物から発生する蛍光X線強度が相対的に大きくなる。発生したX線はウェーハ直上にある固体検出器（SSD）により検出され、エネルギー分散方式で解析される。

【0040】上述した半導体ウェーハの不純物分析用の試料作製装置によれば、半導体ウェーハW上の不純物を

1ヶ所に濃縮した、特に全反射蛍光X線分析法に適する試料の作製が自動化でき、また作製を迅速かつ容易に行うことができ、さらに試料が汚染されることもない。また、本第1の実施形態の試料作製装置を用いた半導体ウェーハの不純物分析方法によれば、自動化され誰にも容易かつ迅速に分析ができ、試料の汚染がなく、高感度の分析ができる。

【0041】次に、本発明に係わる半導体ウェーハの不純物分析方法およびこの方法に用いられる半導体ウェーハの不純物分析用の試料作製装置の第2の実施形態について説明する。

【0042】なお、上記第1の実施形態の試料作製装置1を半導体ウェーハの不純物分析用の試料作製装置と同一部分には、同一符号を付して説明する。

【0043】試料作製装置21は図3に示すように、半導体ウェーハW上に滴下され一定時間経過後の分解液位置pを取り込むCCDカメラ2と、一定時間経過後の分解液位置情報に基づき制御されて分解液位置pにアクセス可能に設けられ、所定時間経過後に分解液Lを回収するテフロン製の吸引ノズル22が設けられている。

【0044】この吸引ノズル22は第1ウェーハ載置台6に近接して設けられた第2ウェーハ載置台23にも近接して設けられ、この第2ウェーハ載置台23に載置された新規別個の半導体ウェーハW2に、半導体ウェーハWから回収した分解液Lを滴下可能に設けられている。

【0045】半導体ウェーハW2に対向する下方にはヒータ26が設けられ、半導体ウェーハW2に対向する上方には第2CCDカメラ24が配置されている。吸引ノズル22には駆動機構25が設けられ、この駆動機構25、上記第2CCDカメラ24およびヒータ26は、図2に示す上記第1実施形態の試料作製装置1と同様に制御装置11に接続されている。

【0046】次に、第2の実施形態の試料作製装置21を用いた半導体ウェーハWの不純物分析方法を説明する。

【0047】制御手段3を制御して移載機構12を作動させ、ウェーハラック13から1枚の半導体ウェーハWを取り出し、ウェーハ載置台6に載置する。

【0048】しかる後、制御手段3を制御して滴下ノズル5を作動させて、分解液例えばHF系溶液を半導体ウェーハWの一侧に滴下する。所定時間経過後、CCDカメラ2より撮像された溶液位置pの画像信号に基づき上述第1の実施形態の場合と同様に制御装置11により駆動機構25を制御して、吸引ノズル22を溶液位置pに移動させ、吸引ノズル22により半球形状のHF系溶液Lを回収する。しかる後、制御手段3により第2CCDカメラ24を制御して、半導体ウェーハWの所定の位置情報を取り込み、第2CCDカメラ24より撮像された半導体ウェーハW2の画像信号は、二値化回路を含む画像処理装置で二値化され、さらに画像処理されて出力さ

れる。この画像処理装置からの出力は制御装置11に送られ、この制御装置11において、所定位置の演算が行われ、判定される。所定位置の判定に基づき、制御装置11より駆動機構25を制御して、吸引ノズル22を所定位置に移動させ、吸引ノズル22によりHF系溶液Lを別個の新規半導体ウェーハW2上に滴下する。

【0049】しかる後、制御装置11によりヒータ26に通電させて半導体ウェーハW2を加熱し、HF系溶液Lを直径約5mmに乾固させる。HF系溶液Lの乾固後、新規半導体ウェーハW2を取り出す。このような乾固処理工程を繰り返し、ウェーハラック13の半導体ウェーハWの乾固処理は自動的に行われ完了する。このようにして、複数枚の半導体ウェーハW上の不純物を別個の1枚の半導体ウェーハW2の多数箇所に濃縮して分析する試料が作製される。しかる後、上述した第1の実施形態の場合と同様に試料の半導体ウェーハW2を全反射蛍光X線分析法により分析する。

【0050】本第2の実施形態の試料作製装置21によれば、複数枚の半導体ウェーハW上の不純物を別個の1枚の半導体ウェーハW2の多数箇所に濃縮して試料を作製できるので、試料の作製が短時間に行えとともに、分析時間も短縮することができる。

【0051】さらに、第3の実施形態の試料作製装置31を用いた半導体ウェーハWの不純物分析方法を説明する。なお、上記第1の実施形態および第2の実施形態の試料作製装置と同一部分には、同一符号を付して説明する。

【0052】試料作製装置31は図4に示すように、所定時間経過後に分解液Lを回収するテフロン製の吸引ノズル22は第1ウェーハ載置台6と離間し、かつ近接して配置された目皿34に、複数枚の半導体ウェーハWから回収した分解液Lを滴下可能に設けられている。目皿33に対向する上方には第2CCDカメラ24が配置されている。

【0053】次に、第3の実施形態の試料作製装置31を用いた半導体ウェーハWの不純物分析方法を説明する。

【0054】所定時間経過後、上述した第2実施形態と同様に、吸引ノズル4により半球形状のHF系溶液Lを回収する。しかる後、制御手段3により第2CCDカメラ24を制御して、目皿34の所定の位置情報を取り込み、所定位置の判定に基づき、制御装置11より駆動機構25を制御して、吸引ノズル22を所定位置に移動させ、吸引ノズル22によりHF系溶液Lを目皿34上に滴下する。このような工程を繰り返し、複数枚の半導体ウェーハW上の不純物を別個の1個の目皿34に試料として捕集することができる。

【0055】しかる後、目皿34に捕集された試料を高感度分析法、例えば図8に示すような一般に用いられている誘導結合プラズマ質量分析法や原子吸光分光法例え

ばフレイムレス原子吸光分光法により分析する。

【0056】この誘導結合プラズマ質量分析法によれば、試料溶液は、ネプライザでガス化あるいはエアゾール化されて、石英ガラス製のIPCトーチからなるプラズマ発生器のアルゴンプラズマ中に導入される。さらに、試料は大気圧プラズマ中で6000～7000Kに加熱され、各元素は原子化、さらにはイオン化される。イオン化されたイオンはスキマー（インターフェイス）を通過した後、イオンレンズ部でエネルギー収束され、最後に高真空中に排気された4重極型質量分析部に導かれて分析される。

【0057】本第3の実施形態の試料作製装置31によれば、複数枚の半導体ウェーハW上の不純物を別個の1個の目皿34に捕捉できるので、半導体ウェーハW上の不純物を1ヶ所に濃縮し、特に誘導結合プラズマ質量や原子吸光分光法に適する試料の作製が自動化でき、また、試料の作製を迅速かつ容易に行うことができ、さら

に試料が汚染されることもない。

【0058】また、本第3の実施形態の試料作製装置31を用いた半導体ウェーハの不純物分析方法によれば、自動化され誰にも容易かつ迅速に分析ができ、試料の汚染がなく、高感度の分析ができる。

【0059】なお、上記の各実施形態において、半導体ウェーハ上への分解液の滴下には、制御装置により制御される駆動機構を具備する試料作製装置を使用して行う例で説明したが、分解液の滴下はマニュアルであってもよい。

【0060】

【実施例】（1）同一製造履歴のロットから2枚の12インチシリコンウェーハ抜き出し、本発明の不純物分析および従来の方法により汚染量の測定を行い、表1のような結果を得た。

【0061】

【表1】

( $10^{10}$  atoms/cm<sup>2</sup>)

	Cu	Cr	Fe	Ni	Al	Na	Zn
従来例	0.4	1.0	9.2	5.8	0.12	0.20	0.54
実施例	0.003	0.008	0.009	0.006	0.024	0.011	0.32

実施例は従来例に比べて、各金属元素共汚染量が著しく少ないことがわかった。

【0062】（2）分析感度比較

【表2】

(atoms/cm<sup>2</sup>)

	Cu	Cr	Fe	Ni	Zn
要求感度	$1 \times 10^9$	$1 \times 10^9$	$1 \times 10^9$	$1 \times 10^9$	$1 \times 10^8$
従来例	$5 \times 10^{10}$	$3 \times 10^{10}$	$2 \times 10^{10}$	$1 \times 10^{10}$	$8 \times 10^{10}$
実施例	$2 \times 10^8$	$1 \times 10^8$	$1 \times 10^8$	$1 \times 10^8$	$4 \times 10^8$

実施例は直径300mmを直径5mmの分解液に濃縮することにより、シリコンウェーハの表面濃度は約3桁高くなり、実質的に2桁高い高感度分析が可能となった。

【0063】

【発明の効果】本発明に係わる半導体ウェーハの不純物分析方法によれば、自動化され誰にも容易かつ迅速に分析ができ、試料の汚染がなく、高感度の分析ができる。

【0064】また、本半導体ウェーハの不純物分析用の試料作製装置によれば、半導体ウェーハ上の不純物を1ヶ所に濃縮した、特に全反射蛍光X線分析法に適する試料の作製を自動化できて、また、試料の作製を迅速かつ容易に行うことができ、さらに試料が汚染されることもない。

【0065】さらに、本試料作製装置によれば、複数枚の半導体ウェーハ上の不純物を別個の1枚の半導体ウェーハの多数箇所に濃縮して試料を作製できるので、試料の作製が短時間に行えとともに、分析時間も短縮することができる。

【0066】また、本試料作製装置によれば、複数枚の半導体ウェーハ上の不純物を別個の1個の目皿に捕捉できるので、半導体ウェーハ上の不純物を1ヶ所に濃縮した、特に誘導結合プラズマ質量や原子吸光分光法に適する試料の作製が自動化できて、試料の作製を迅速かつ容易に行うことができ、さらに試料が汚染されることもない。

【0067】センサ手段にCCDカメラを用いたので、吸引ノズルを的確に分解液にアクセスでき、迅速、的確かつ容易に分解液の回収が行え、さらにCCDカメラは固定的に配置されているので、CCDカメラの移動などによる発塵もなく、試料を汚染することもない。

【0068】さらに、別個に設けられた半導体ウェーハや目皿の位置情報を読み取る第2のCCDカメラを設けたので、吸引ノズルを的確に別個に設けられた半導体ウェーハや目皿にアクセスでき、迅速かつ容易に分解液を滴下できる。

【0069】また、回収手段をテフロン製ノズルにした

ので、試料が汚染されることなく、正確かつ高感度の分析に寄与する試料を作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の半導体ウェーハの不純物分析方法の概念図。

【図 2】本発明の半導体ウェーハの不純物分析用の試料作製装置の制御系統図。

【図 3】本発明の他実施形態の半導体ウェーハの不純物分析用の試料作製装置の概念図。

【図 4】本発明の他実施形態の半導体ウェーハの不純物 10 分析用の試料作製装置の概念図。

【図 5】分解液の流れを示す説明図。

【図 6】C C D カメラによる読み取り過程を示す説明図。

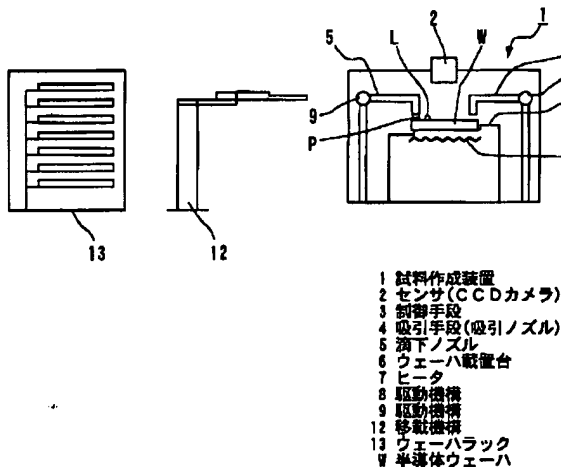
【図 7】一般に用いられている全反射蛍光 X 線分析法の原理図。

【図 8】一般に用いられている誘導結合プラズマ質量分析法の原理図。

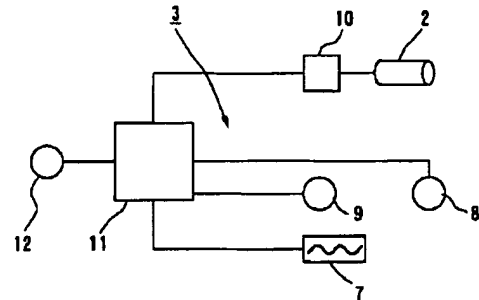
【符号の説明】

- 1 試料作製装置
- 2 センサ手段 (C C D カメラ)
- 3 制御手段
- 4 回収手段 (吸引ノズル)
- 5 滴下ノズル
- 6 ウェーハ載置台
- 7 ヒータ
- 8 駆動機構
- 9 駆動機構
- 10 画像処理装置
- 11 制御装置
- 12 移載機構
- 13 ウェーハラック

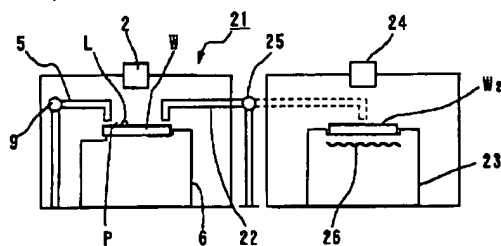
【図 1】



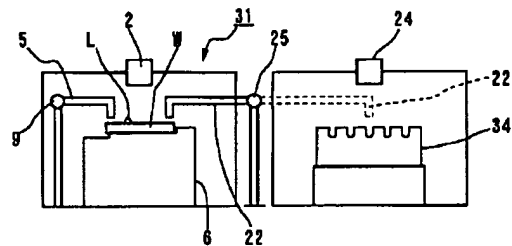
【図 2】



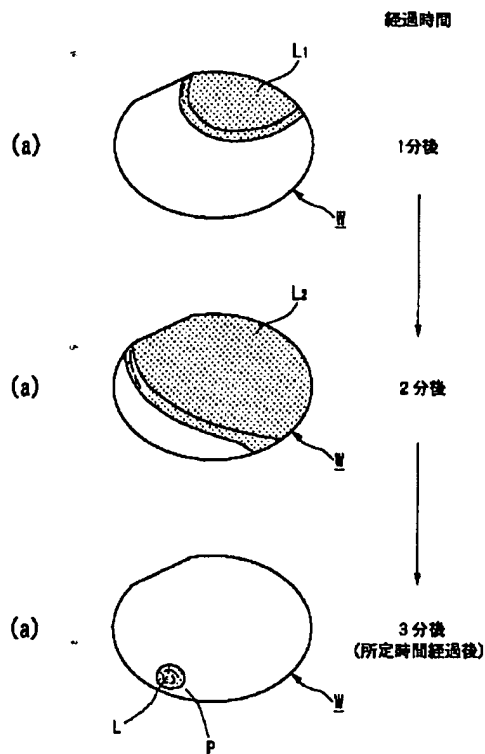
【図 3】



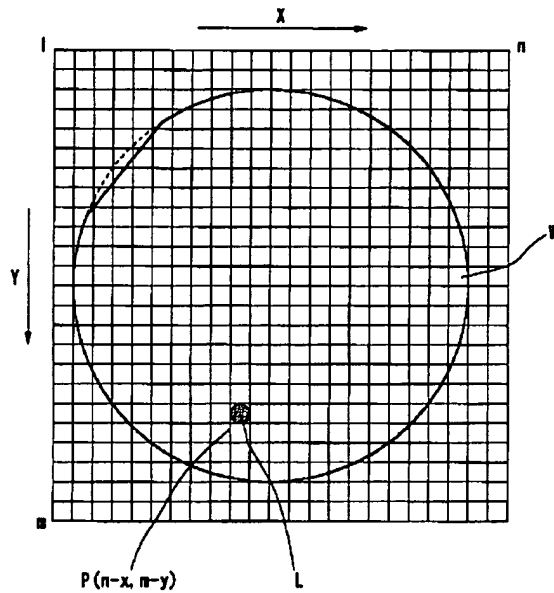
【図 4】



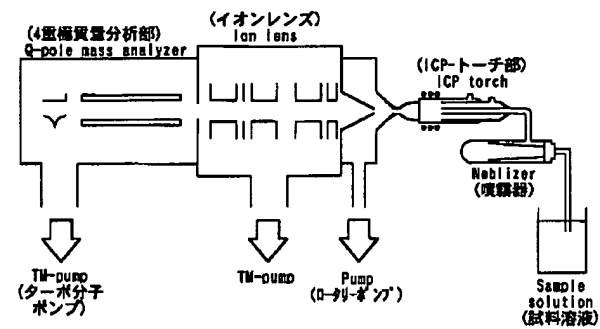
【図5】



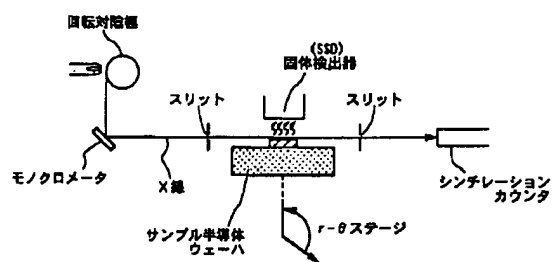
【図6】



【図8】



【図7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G001 AA01 BA04 CA01 DA02 EA01  
 EA03 EA09 GA13 KA01 LA11  
 MA05 RA02 RA03  
 2G059 AA01 AA05 BB16 CC02 DD04  
 EE01 EE20  
 4M106 AA01 BA12 CA29 DG03 DG28  
 DH01 DH11 DH12 DH25 DH34  
 DH44 DH56 DH60



(19) Japan Patent Office (JP)

(11) Japanese Unexamined Patent  
Application Publication Number**(12) Japanese Unexamined Patent  
Application Publication (A)****2000-155079**

(43) Publication date: June 6, 2000

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	Identification Symbol	Office Reference Number	FI	Technical indication location
G01N 1/28			G01N 1/28	X 2G001
21/31			23/233	2G059
23/223			27/62	V 4M106
27/62			H01L 21/66	H
H01L 21/66			G01N 21/31	610Z
Request for examination: Not yet requested				No. of claims: 13 OL (Total of 8 pages)
(21) Application No.	Patent application no. H10-328431	(71) Applicant	000221122 Toshiba Ceramics Co., Ltd., 7-5-25, Nishi-Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo	
(22) Date of Application	November 18, 1998	(72) Inventor	Fumio Tokutake Toshiba Ceramics co., Ltd., R/D Center, 30, Hadanosoya, Kanagawa	
		(74) Agent	100078765 Hisashi Hatano, patent attorney (and 1 other)	
		F-term(reference)	2G001 AA01 BA04 CA01 DA02 EA01 EA03 EA09 GA13 KA01 LA11 MA05 RA02 RA03 2G059 AA01 AA05 BB16 CC02 DD04 EE01 EE20 4M106 AA01 BA12 CA29 DG03 DG28 DH01 DH11 DH12 DH25 DH34 DH44 DH56 DH60	

(54) Title of the invention: Impurity Analysis Method on Semiconductor Wafer and Sample Manufacturing Apparatus Using the Same

**(57) Abstract**

Purpose: To provide an impurity analysis method on a semiconductor wafer capable of automatically recovering a decomposition liquid dropped onto the semiconductor wafer, and a sample manufacturing apparatus using the same.

Configuration: An impurity analysis method on a semiconductor wafer includes: dropping a decomposition liquid on the semiconductor wafer W; obtaining a location of the decomposition liquid on the semiconductor wafer W using sensor means 2 after a certain time; determining the location of the decomposition liquid L by performing calculation using control means; placing recovery means at a location where the decomposition liquid L can be recovered using the control means; recovering the decomposition liquid L on the semiconductor wafer W using the recovery means 4; and

making an analysis using the recovered decomposition liquid L based on a high sensitivity analysis method.

## Scope of Patent Claims

### Claim 1

An impurity analysis method on a semiconductor wafer, the method comprising:  
dropping a decomposition liquid on the semiconductor wafer;  
obtaining a location of the decomposition liquid on the semiconductor wafer using sensor means after a certain time;  
determining the location of the decomposition liquid by performing calculation using control means;  
placing recovery means at a location where the decomposition liquid can be recovered using the control means;  
recovering the decomposition liquid on the semiconductor wafer using the recovery means; and  
making an analysis using the recovered decomposition liquid based on a high sensitivity analysis method.

### Claim 2

The impurity analysis method on a semiconductor wafer according to claim 1, wherein the sensor means is a CCD camera.

### Claim 3

The impurity analysis method on a semiconductor wafer according to claim 1 or 2, wherein the high sensitivity analysis method is a total-reflection X-ray fluorescence analysis method.

### Claim 4

The impurity analysis method on a semiconductor wafer according to claim 1 or 2, wherein the high sensitivity analysis method is an inductively-coupled plasma source mass spectrometry method.

### Claim 5

The impurity analysis method on a semiconductor wafer according to claim 1 or 2, wherein the high sensitivity analysis method is an atomic absorption spectroscopy method.

### Claim 6

The impurity analysis method on a semiconductor wafer according to claim 3, including a process of dropping the decomposition liquid recovered from the semiconductor wafer by the recovery means on a predetermined location on the semiconductor wafer and drying the decomposition liquid by heating the semiconductor wafer.

### Claim 7

The impurity analysis method on a semiconductor wafer according to claim 3, including a process of dropping the decomposition liquid separately recovered from a plurality of semiconductor wafers by the recovery means on each of predetermined different locations on the separate semiconductor wafers and drying the decomposition liquid by heating the semiconductor wafers.

Claim 8

The impurity analysis method on a semiconductor wafer according to claim 4 or 5, including a process of dropping the decomposition liquid dropped and recovered onto/from a plurality of semiconductor wafers onto separate predetermined different locations of a perforated plate and making an analysis using the recovered decomposition liquid from the perforated plate.

Claim 9

A sample manufacturing apparatus for analyzing impurities on a semiconductor wafer, the apparatus comprising:

sensor means that obtains a location of a decomposition liquid dropped onto the semiconductor wafer after a predetermined time;

control means that receives location information of the decomposition liquid from the sensor means and calculates and determines the location of the decomposition liquid; and

recovery means that is provided to access the location of the decomposition liquid and recovers the decomposition liquid based on the location information of the decomposition liquid controlled and determined by the control means after a predetermined time.

Claim 10

The sample manufacturing apparatus for analyzing impurities on a semiconductor wafer according to claim 9, wherein the recovery means is controlled to drop the recovered decomposition liquid onto the separately arranged semiconductor wafer.

Claim 11

The sample manufacturing apparatus for analyzing impurities on a semiconductor wafer according to claim 9, wherein the recovery means is controlled to drop the recovered decomposition liquid onto a perforated plate arranged separately from the semiconductor wafer.

Claim 12

The sample manufacturing apparatus for analyzing impurities according to any one of claims 9 to 11, wherein the sensor means is a CCD camera.

Claim 13

The sample manufacturing apparatus for analyzing impurities according to any one of claims 9 to 12, wherein the recovery means is a Teflon (registered trademark) nozzle.

### Detailed Description of the Invention

[0001]

#### Field of the Invention

The present invention relates to a method of measuring impurities on a semiconductor wafer and a sample manufacturing apparatus used in this method, and particularly, to a method of measuring impurities on a semiconductor wafer and a sample manufacturing apparatus used in this method, by which the decomposition liquid can be automatically recovered.

[0002]

#### Prior Art

In the semiconductor manufacturing field, accompanying the high integration and miniaturization of devices, metallic contamination of a semiconductor material remarkably degrades the performance of a semiconductor device, and thus, reduction of metallic contamination has become an important issue. In order to reduce metallic contamination, it is necessary to accurately recognize a condition of the metallic contamination on the surface of the semiconductor wafer using a high sensitivity impurity measurement method and prepare a suitable reduction method.

[0003]

As a conventional impurity measurement method, Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 2-272359 discloses a method of measuring an impurity amount on the wafer surface, in which a HF-based solution is dropped onto the semiconductor wafer having an oxidization film on its surface, the semiconductor wafer is laid aside for a certain time, the dropped liquid is collected, and impurities in the liquid are analyzed. In addition, Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 3-4166 discloses a method of measuring an impurity amount on the wafer surface, in which the HF-based solution is dropped onto the semiconductor wafer exposed in a HF-based gas and hydrophobized, the dropped liquid is transferred onto the wafer, and the transferred liquid is collected and measured.

[0004]

Since the aforementioned methods of measuring the impurity amount on the wafer surface are simple and can be used to measure the impurity amount on the surface of the semiconductor wafer with high accuracy, they are still effectively utilized even at this time.

[0005]

However, since the aforementioned methods of measuring the impurity amount on the wafer surface often require manual operation by an operator in their implementation processes, the weight and the area increase as the diameter of the semiconductor wafer becomes large, and the burdens on the operator also increase.

[0006]

In addition, a conventional measurement apparatus obtained by embodying the method disclosed in Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 3-4166 requires a hydrophobic process for the wafer surface due to increasing HF vapor in order to collect impurities. Therefore, there is a problem that, since heavy metals such as Cu are attached to the surface, the impurity amount may not be accurately obtained. Also, during the scanning of the dropped liquid, contamination is generated by metal abrasion that characteristically exists in a machine, and, with fine impurities, an accurate amount may not be measured. A further problem is that the dropping may not be controlled due to static electricity generation, and it may be difficult to achieve automation.

[0007]

#### Problems to Be Solved by the Invention

In this regard, it is desirable to provide an impurity measurement method on a semiconductor wafer and a sample manufacturing apparatus used in this method, by which the decomposition liquid dropped onto the semiconductor wafer can be automatically recovered.

[0008]

The present invention addresses the aforementioned problems and provides an impurity analysis method on a semiconductor wafer and a sample manufacturing apparatus used in this method, by which the decomposition liquid dropped onto the semiconductor wafer is automatically recovered.

[0009]

#### Means to Solve Problems

In order to achieve the aforementioned object, according to claim 1 of the present application, there is provided an impurity analysis method on a semiconductor wafer, the method including: dropping a decomposition liquid on the semiconductor wafer; obtaining a location of the decomposition liquid on the semiconductor wafer using sensor means after a certain time; determining the location of the decomposition liquid by performing calculation using control means; placing recovery means at a location where the decomposition liquid can be recovered using the control means; recovering the decomposition liquid on the semiconductor wafer using the recovery means; and making

an analysis using the recovered decomposition liquid based on a high sensitivity analysis method.

[0010]

According to claim 2 of the present application, in the impurity analysis method on a semiconductor wafer according to claim 1, the sensor means is a CCD camera.

[0011]

According to claim 3 of the present application, in the impurity analysis method on a semiconductor wafer according to claim 1 or 2, the high sensitivity analysis method is a total-reflection X-ray fluorescence analysis method.

[0012]

According to claim 4 of the present application, in the impurity analysis method on a semiconductor wafer according to claim 1 or 2, the high sensitivity analysis method is an inductively-coupled plasma source mass spectrometry method.

[0013]

According to claim 5 of the present application, in the impurity analysis method on a semiconductor wafer according to claim 1 or 2, the high sensitivity analysis method is an atomic absorption spectroscopy method.

[0014]

According to claim 6 of the present application, the impurity analysis method on a semiconductor wafer according to claim 3 includes a process of dropping the decomposition liquid recovered from the semiconductor wafer by the recovery means on a predetermined location on the semiconductor wafer and drying the decomposition liquid by heating the semiconductor wafer.

[0015]

According to claim 7 of the present application, the impurity analysis method on a semiconductor wafer according to claim 3 includes a process of dropping the decomposition liquid separately recovered from a plurality of semiconductor wafers by the recovery means on each of predetermined different locations on the separate semiconductor wafers and drying the decomposition liquid by heating the semiconductor wafers.

[0016]

According to claim 8 of the present application, the impurity analysis method on a semiconductor wafer according to claim 4 or 5 includes a process of dropping the decomposition liquid dropped and recovered onto/from a plurality of semiconductor wafers onto separate predetermined different locations of a perforated plate and making an analysis using the recovered decomposition liquid from the perforated plate.

[0017]

According to claim 9 of the present application, there is provided a sample manufacturing apparatus for analyzing impurities on a semiconductor wafer, the apparatus including: sensor means that obtains a location of a decomposition liquid dropped onto the semiconductor wafer after a predetermined time; control means that receives location information of the decomposition liquid from the sensor means and calculates and determines the location of the decomposition liquid; and recovery means that is provided to access the location of the decomposition liquid and recovers the decomposition liquid based on the location information of the decomposition liquid controlled and determined by the control means after a predetermined time.

[0018]

According to claim 10 of the present application, in the sample manufacturing apparatus for analyzing impurities of the semiconductor wafer according to claim 9, the recovery means is controlled to drop the recovered decomposition liquid onto the separately arranged semiconductor wafer.

[0019]

According to claim 11 of the present application, in the sample manufacturing apparatus for analyzing impurities of the semiconductor wafer according to claim 9, the recovery means is controlled to drop the recovered decomposition liquid onto a perforated plate arranged separately from the semiconductor wafer.

[0020]

According to claim 12 of the present application, in the sample manufacturing apparatus for analyzing impurities according to any one of claims 9 to 11, the sensor means is a CCD camera.

[0021]

According to claim 13 of the present application, in the sample manufacturing apparatus for analyzing impurities according to any one of claims 9 to 12, the recovery means is a Teflon nozzle.

[0022]

#### Embodiment

A first embodiment of an impurity analysis method on a semiconductor wafer and a sample manufacturing apparatus used in this method for an impurity analysis of the semiconductor wafer according to the present invention will be described with reference to the accompanying drawings.

[0023]

FIG. 1 is a conceptual diagram illustrating a sample manufacturing apparatus 1 used in the impurity analysis method on the semiconductor wafer according to the present invention.



[0024]

As shown in FIGS. 1 and 2, the sample manufacturing apparatus 1 includes: sensor means that obtains a location p of the decomposition liquid on the semiconductor wafer W after dropping the decomposition liquid onto the semiconductor wafer W after a certain time; for example, a CCD camera 2; control means 3 that receives location information from the CCD camera 2 and calculates and determines the dropping location p; recovery means that is provided to access the location p of the decomposition liquid and is controlled based on the location information of the decomposition liquid after a certain time from the determination to recover the decomposition liquid L after a certain time; and a suction nozzle 4 made of, for example, polytetrafluoroethylene (Teflon).

[0025]

Furthermore, the sample manufacturing apparatus 1 includes a dropping nozzle 5 that is made of Teflon for dropping the decomposition liquid and a heater 7 provided in the lower side opposite to the semiconductor wafer W laid on the wafer mounting base 6.

[0026]

The CCD camera 2 is disposed in the upper side to face the semiconductor wafer W, and the suction nozzle 4 and the dropping nozzle 5 are provided with drive mechanisms 8 and 9, respectively, controlled based on the location information from the control means 3 to allow the suction nozzle 4 and the dropping nozzle 5 to move in a 3-dimensional direction and access any location on the semiconductor wafer W.

[0027]

In addition, the control means 3 includes an image processing device 10 and a control device 11 configured to receive and process the location information from the CCD camera 2. In addition, the image processing device 10 and the control device 11 may be separately formed as in the present embodiment or may be formed in a single body.

[0028]

Furthermore, a transfer mechanism 12 is disposed close to the sample manufacturing apparatus 1 and controlled by the control means 3. A wafer rack 13 capable of storing a plurality of semiconductor wafers W is disposed close to the transfer mechanism 12.

[0029]

Next, the impurity analysis method on the semiconductor wafer W used in the sample manufacturing apparatus 1 according to the present invention will be described.

[0030]

The control means 3 performs control so as to operate the transfer mechanism 12, extract a single semiconductor wafer W from the wafer rack 13, and place it on the wafer mounting base 6.

[0031]

After an appropriate time, the control means 3 performs control so as to operate the transfer mechanism 12 and drop the decomposition liquid such as a HF-based solution on one side of the semiconductor wafer W. The dropped HF-based solution L1 reacts with a natural oxidization film of the semiconductor wafer W as shown in FIG. 5. After one minute, the decomposition liquid L1 spreads on the entire area of one side of the semiconductor wafer W as shown in FIG. 5A having a diameter of 300 mm. After two minutes, as shown in FIG. 5B, the HF-based solution L2 is condensed on the other side of the semiconductor wafer W. After a predetermined time, for example, three minutes, as shown in FIG. 5C, the HF-based solution L is collected in a hemispheric shape on the other side.

[0032]

After the HF-based solution is dropped, and then three minutes has elapsed, the control means 3 controls the CCD camera 2 and obtains the location p of the HF-based solution L having a hemispherical shape. In order to obtain the solution location p, as shown in FIG. 6, a portion p where the shape (luminance or color) on the surface of the semiconductor wafer W is different from the shape (luminance or color) of the surface of the semiconductor wafer W using the CCD camera 2 is obtained, and the coordinates of this portion p are obtained as a location of (n, m) from the predetermined X, Y (1, 1) of the semiconductor wafer W. The image signal of the location p of the solution obtained from the CCD camera 5 is binarized using the image processing device 10 including the binarization circuit, and the image is further processed and output.

[0033]

The output from the image processing device 10 is sent to the control device 11, and the solution location p is calculated and determined by the control device 11. Based on the location information of the determined solution location p, the drive mechanism 8 is controlled by the control device 11 to move the suction nozzle 4 to the solution location p and recover the HF-based solution L having a hemispherical shape from the suction nozzle 4.

[0034]

In addition, when the decomposition liquid is not gathered in a single point and spreads in a plurality of points after a predetermined time, a program is established such that the decomposition liquid is recovered in order of size starting from the large

hemispherical shape, and a lower limit value at which recovery need not be carried out is set in advance.

[0035]

After an appropriate time, the CCD camera 2 is controlled by the control means 3 to obtain a predetermined location of the semiconductor wafer W such as a location of the center of the wafer. The image signal of the wafer center captured from the CCD camera 5 is binarized by the image processing device 10 including the binarization circuit, further processed, and output.

[0036]

The output from the image processing device 10 is sent to the control device 11, and the wafer center is calculated and determined by the control device 11. Based on determination of the location of the wafer center, the drive mechanism 8 is controlled by the control device 11 to move the suction nozzle 4 to a predetermined location of the wafer such as the center and drop the HF-based solution L onto the semiconductor wafer W using the suction nozzle 4.

[0037]

After an appropriate time, the heater 7 is turned on by the control means 3 to heat the semiconductor wafer W and dry the HF-based solution L to have a diameter of about 5 mm. After drying the HF-based solution L, the transfer mechanism 12 is operated by the control means 3 to return the semiconductor wafer W having the dried HF-based solution L to the wafer rack 13. By repeating such a drying process, the drying of the semiconductor wafer W of the wafer rack 13 is automatically performed and completed. As a result, a sample for condensing the impurities on the semiconductor wafer W into a single location and analyzing them is manufactured.

[0038]

After an appropriate time, the semiconductor wafer W of the sample having the dried HF-based solution L is analyzed using a high sensitivity analysis method such as a typical total-reflection X-ray fluorescence analysis method as shown in FIG. 7

[0039]

According to the total-reflection X-ray fluorescence analysis method, the X-rays generated from the rotating anticathode are monochromated by the monochromator and entered into the sample wafer at a narrow angle. Most of the entered X-rays are reflected at the wafer surface. At this moment, generation of the fluorescence X-rays is suppressed in elements (such as Si) constituting the sample wafer, and the intensity of the fluorescence X rays generated from the impurities attached on the wafer surface relatively increases. The generated X-rays are detected by a solid-state detector (SSD)

disposed in the straightly upper side from the wafer and analyzed using an energy distribution method.

[0040]

In the sample manufacturing apparatus for the aforementioned semiconductor wafer impurity analysis, since the impurities on the semiconductor wafer W are condensed in a single location, it is possible to automate the manufacturing of the sample, particularly, appropriate to the total-reflection X-ray fluorescence analysis method, perform the manufacturing in a rapid and easy manner, and eliminate contamination in the sample. In the impurity analysis method on the semiconductor wafer using the sample manufacturing apparatus according to the first embodiment, automation can allow anybody to make an analysis in an easy and rapid manner, and it is possible to perform a high sensitivity analysis without contamination in the sample.

[0041]

Next, a second embodiment of an impurity analysis method on the semiconductor wafer and a sample manufacturing apparatus for the semiconductor wafer impurity analysis used in this method according to the present invention will be described.

[0042]

In addition, the sample manufacturing apparatus 1 according to the first embodiment will be described, in which like reference numerals denote like elements as in the sample manufacturing apparatus for the semiconductor wafer impurity analysis.

[0043]

As shown in FIG. 3, the sample manufacturing apparatus 21 includes a CCD camera 2 that obtains the location p of the decomposition liquid after the decomposition liquid is dropped onto the semiconductor wafer W, and a predetermined time has elapsed, and a Teflon suction nozzle 22 that is controlled based on the location information of the decomposition liquid after a certain time and disposed to access the location p of the decomposition liquid and recover the decomposition liquid L after a predetermined time.

[0044]

The suction nozzle 22 is also disposed to be close to the second wafer mounting base 23 disposed to be close to the first wafer mounting base 6 so as to drop the decomposition liquid L recovered from the semiconductor wafer W onto a new separate semiconductor wafer W2 placed in the second wafer mounting base 23.

[0045]

The heater 26 is provided in the lower side facing the semiconductor wafer W2. In the upper side facing the semiconductor wafer W2, the second CCD camera 24 is disposed. The suction nozzle 22 is provided with the drive mechanism 25. Similar to the sample manufacturing apparatus 1 according to the first embodiment of FIG. 2, the drive

mechanism 25, the second CCD camera 24, and the heater 26 are connected to the control device 11.

[0046]

Next, the impurity analysis method on the semiconductor wafer W using the sample manufacturing apparatus 21 according to the second embodiment will be described.

[0047]

The control means 3 performs control such that the transfer mechanism 12 is operated to extract a single semiconductor wafer W from the wafer rack 13 and place it on the wafer mounting base 6.

[0048]

After an appropriate time, the control means 3 performs control such that the dropping nozzle 5 is operated to drop the decomposition liquid such as a HF-based solution onto one side of the semiconductor wafer W. After a predetermined time, similarly to the first embodiment, the drive mechanism 25 is controlled by the control device 11 based on the image signal of the solution location p captured by the CCD camera 2 to move the suction nozzle 22 to the solution location p and recover the HF-based solution L having a hemispherical shape using the suction nozzle 22. After an appropriate time, the second CCD camera 24 is controlled by the control means 3 to obtain information on a predetermined location of the semiconductor wafer W. The image signal of the semiconductor wafer W2 captured by the second CCD camera 24 is binarized by the image processing device including the binarization circuit, further image processed, and output. The output from the image processing device is sent to the control device 11, and the control device 11 performs calculation and determination for a predetermined location in the control device 11. The drive mechanism 25 is controlled by the control device 11 based on determination for a predetermined location to move the suction nozzle 22 to a predetermined location and drop the HF-based solution L onto a new separate semiconductor wafer W2 using the suction nozzle 22.

[0049]

After an appropriate time, the heater 26 is turned on by the control device 11 to heat the semiconductor wafer W2 and dry the HF-based solution L up to a diameter of about 5 mm. After the HF-based solution L is dried, the new semiconductor wafer W2 is extracted. By repeating such a drying process, the drying process for the semiconductor wafer W of the wafer rack 13 is automatically performed and completed. As a result, a sample for making an analysis by condensing the impurities on a plurality of semiconductor wafers W into a plurality of locations on a single separate semiconductor wafer W2 is manufactured. After an appropriate time, similar to the aforementioned case

of the first embodiment, the semiconductor wafer W2 of the sample is analyzed using a total-reflection X-ray fluorescence analysis method.

[0050]

In the sample manufacturing apparatus 21 according to the second embodiment, since the sample can be manufactured by condensing the impurities on a plurality of semiconductor wafers W into a plurality of locations on a single separate semiconductor wafer W2, it is possible to manufacture the sample within a short time and shorten the analysis time.

[0051]

The impurity analysis method on the semiconductor wafer W using the sample manufacturing apparatus 31 according to the third embodiment will be described. In addition, like reference numerals denote like elements as in the sample manufacturing apparatus of the first and second embodiments.

[0052]

As shown in FIG. 4, in the sample manufacturing apparatus 31, the Teflon suction nozzle 22 for recovering the decomposition liquid L after a predetermined time is provided to drop the decomposition liquid L recovered from a plurality of semiconductor wafers W onto the perforated plate 34 separately disposed near the first wafer mounting base 6. In the upper side facing the perforated plate 33, a second CCD camera 24 is disposed.

[0053]

Next, the impurity analysis method on the semiconductor wafer W using the sample manufacturing apparatus 31 according to the third embodiment will be described.

[0054]

After a predetermined time, similar to the second embodiment described above, the HF-based solution L having a hemispherical shape is recovered by the suction nozzle 4. After an appropriate time, the second CCD camera 24 is controlled by the control means 3 to obtain predetermined location information on the perforated plate 34, and the drive mechanism 25 is controlled by the control device 11 based on the determination of a predetermined location to move the suction nozzle 22 to a predetermined location and drop the HF-based solution L on the perforated plate 34 using the suction nozzle 22. By repeating this process, it is possible to collect the impurities on a plurality of semiconductor wafers W in a single separate perforated plate 34 as a sample.

[0055]

After an appropriate time, the sample collected in the perforated plate 34 is analyzed using a high sensitivity analysis method such as a typical inductively-coupled

plasma source mass spectrometry method as shown in FIG. 8 or an atomic absorption spectroscopy method such as a frameless atomic absorption spectroscopy method.

[0056]

According to the inductively-coupled plasma source mass spectrometry method, the sample solution is gasified and aerosolized using a nebulizer and introduced into argon plasma of the plasma generator including an IPC torch made of quartz glass. In addition, the sample is heated to 6,000 to 7,000 K in atmospheric-pressure plasma to atomize and ionize each element. The ionized ions pass through a skimmer (interface), and energies are caused to converge by an ion lens unit. Finally, the ions are guided to the quad-pole type mass spectrometer evacuated in a high vacuum and analyzed.

[0057]

In the sample manufacturing apparatus 31 according to the third embodiment, since the impurities on a plurality of semiconductor wafers W can be trapped in a single separate perforated plate 34, it is possible to condense the impurities on the semiconductor wafers W into a single location and automate manufacturing of the sample, particularly, appropriate to the inductively-coupled plasma source mass spectrometry method or the atomic absorption spectroscopy. In addition, it is possible to manufacture the sample in a rapid and easy manner and eliminate contamination of the sample.

[0058]

In addition, in the impurity analysis method on the semiconductor wafer using the sample manufacturing apparatus 31 according to the third embodiment, automation can allow anybody to make an analysis in an easy and rapid manner, and it is possible to perform a high sensitivity analysis without contamination in the sample.

[0059]

In addition, while in the aforementioned embodiments, the sample manufacturing apparatus having the drive mechanism controlled by the control device is used to drop the decomposition liquid onto the semiconductor wafer, the decomposition liquid may be manually dropped.

[0060]

#### Examples

(1) Two 12-inch silicon wafers were extracted from a lot having the same production history, and the contamination amount was measured using the present impurity analysis method and the conventional method. The results shown in Table 1 were obtained.

[0061]

#### Table 1

( $10^{10}$  atoms/cm<sup>2</sup>)

	Cu	Cr	Fe	Ni	Al	Na	Zn
Prior Art	0.4	1.0	9.2	5.8	0.12	0.20	0.54
Example	0.003	0.008	0.009	0.006	0.024	0.011	0.32

It was recognized that the contamination amount of each metallic element is remarkably reduced in the present invention in comparison with the conventional example.

[0062]

## (2) Analysis Sensitivity Comparison

Table 2 (atoms/cm<sup>2</sup>)

	Cu	Cr	Fe	Ni	Zn
Required Sensitivity	$1 \times 10^9$	$1 \times 10^9$	$1 \times 10^9$	$1 \times 10^9$	$1 \times 10^9$
Prior art	$5 \times 10^{10}$	$3 \times 10^{10}$	$2 \times 10^{10}$	$1 \times 10^{10}$	$8 \times 10^{10}$
Example	$2 \times 10^8$	$1 \times 10^8$	$1 \times 10^8$	$1 \times 10^8$	$4 \times 10^8$

In the example, the surface concentration of the silicon wafer increases by about three digits by condensing the decomposition liquid from a diameter of 300 mm to a diameter of 5 mm. Therefore, the analysis can be made with substantially double-digit higher sensitivity.

[0063]

## Effects of the Invention

In the impurity analysis method on the semiconductor wafer according to the present invention, automation can allow anybody to perform the analysis in an easy and rapid manner. It is possible to perform a high sensitivity analysis without contamination in the sample.

[0064]

In the sample manufacturing apparatus for the semiconductor wafer impurity analysis, since the impurities on the semiconductor wafer are condensed in a single location, it is possible to automate the manufacturing of the sample, which is particularly suitable for the total-reflection X-ray fluorescence analysis method, as well as to manufacture the sample in a rapid and easy manner, and eliminate contamination in the sample.

[0065]

In the present sample manufacturing apparatus, since the sample can be manufactured by condensing the impurities on a plurality of semiconductor wafers into a plurality of locations on a single separate semiconductor wafer, it is possible to manufacture the sample within a short time and shorten the analysis time.

[0066]

In the present sample manufacturing apparatus, since the impurities on a plurality of semiconductor wafers can be trapped in a single separate perforated plate, it is possible



to condense the impurities on the semiconductor wafers into a single location and automate manufacturing of the sample, which is particularly suitable for inductively-coupled plasma source mass spectrometry or an atomic absorption spectroscopy method. In addition, it is possible to manufacture the sample in a rapid and easy manner and eliminate contamination of the sample.

[0067]

Since the CCD camera is used in the sensor means, it is possible to allow the suction nozzle to accurately access the decomposition liquid and recover the decomposition liquid in a rapid, accurate, and easy manner. Furthermore, since the CCD camera is fixedly disposed, there is no dust generation caused by movement of the CCD camera, and the sample is not contaminated.

[0068]

Furthermore, since there is the second CCD camera for reading location information of the perforated plate or the semiconductor wafer separately provided, it is possible to allow the suction nozzle to accurately access the perforated plate and the semiconductor wafer separately provided and to drop the decomposition liquid in a rapid and easy manner.

[0069]

In addition, the recovery means is made of a Teflon nozzle, it is possible to manufacture the sample used in the accurate and high sensitivity analysis without contamination of the sample.

#### Brief Description of the Drawings

##### FIG. 1

FIG. 1 is a conceptual diagram illustrating an impurity analysis method on a semiconductor wafer according to the present invention.

##### FIG. 2

FIG. 2 is a control system diagram illustrating a sample manufacturing apparatus for analyzing impurities of the semiconductor wafer according to the present invention.

##### FIG. 3

FIG. 3 is a conceptual diagram illustrating a sample manufacturing apparatus for analyzing impurities of the semiconductor wafer according to another embodiment of the present invention.

##### FIG. 4

FIG. 4 is a conceptual diagram illustrating a sample manufacturing apparatus for analyzing impurities of the semiconductor wafer according to another embodiment of the present invention.

FIG. 5

FIG. 5 is a descriptive diagram illustrating the flow of the decomposition liquid.

FIG. 6

FIG. 6 is a descriptive diagram illustrating a reading process using a CCD camera.

FIG. 7

FIG. 7 is a principle diagram illustrating a total-reflection X-ray fluorescence analysis method which is typically used.

FIG. 8

FIG. 8 is a principle diagram illustrating an inductively-coupled plasma source mass spectrometry method which is typically used.

Description of Symbols

- 1: SAMPLE MANUFACTURING APPARATUS
- 2: SENSOR MEANS (CCD CAMERA)
- 3: CONTROL MEANS
- 4: RECOVERY MEANS (SUCTION NOZZLE)
- 5: DROPPING NOZZLE
- 6: WAFER MOUNTING BASE
- 7: HEATER
- 8: DRIVING MECHANISM
- 9: DRIVING MECHANISM
- 10: IMAGE PROCESSING DEVICE
- 11: CONTROL DEVICE
- 12: TRANSFER MECHANISM
- 13: WAFER RACK

FIG. 1

- 1: SAMPLE MANUFACTURING APPARATUS
- 2: SENSOR (CCD CAMERA)
- 3: CONTROL MEANS
- 4: SUCTION MEANS (SUCTION NOZZLE)
- 5: DROPPING NOZZLE
- 6: WAFER MOUNTING BASE
- 7: HEATER
- 8: DRIVING MECHANISM
- 9: DRIVING MECHANISM

12: TRANSFER MECHANISM

13: WAFER RACK

W: SEMICONDUCTOR WAFER

FIG. 5

TIME ELAPSE

ONE MINUTE LATER

TWO MINUTES LATER

THREE MINUTES LATER

(AFTER A PREDETERMINED TIME)

FIG. 7

ROTATING ANTICATHODE

MONOCHROMATOR

SLIT

SOLID-STATE DETECTOR

SLIT

X-RAY

SAMPLE SEMICONDUCTOR WAFER

STAGE

SCINTILLATION COUNTER